

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-064859

(43)Date of publication of application : 06.03.1998

(51)Int.Cl.

H01L 21/304  
H01L 21/3205

(21)Application number : 08-213672

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 13.08.1996

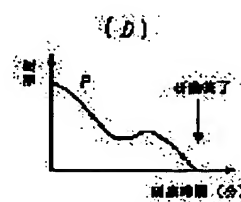
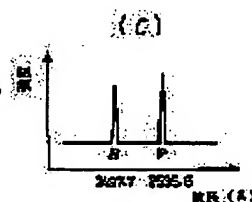
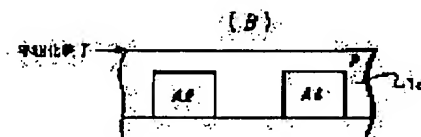
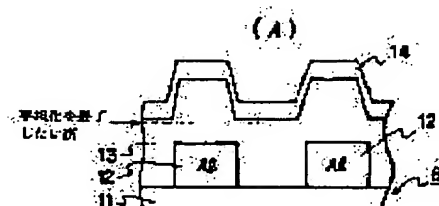
(72)Inventor : TOKUNAGA KAZUHIKO

## (54) METHOD AND DEVICE FOR POLISHING

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To allow end point decision of high reliability and good reproducibility relating to polishing for all kind of flattening.

SOLUTION: At such depth, and its neighborhood, as the end point of polishing of a to-be-polished plate (semiconductor wafer) 8, a to-be-polished part 13 and an end point detecting layer 14 containing an element which does not exist in a polishing agent are formed in advance, the polishing is performed while detecting the element in the polishing agent used for polishing and then discharged, and completion time of polishing is judged based on changes in composition ratio of elements, decrease in composition ratio of element (for example, reaching to almost zero) may be taken as an end point, and increase in composition ratio (for example, increase from almost zero) may be taken as an end point.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-64859

(43) 公開日 平成10年(1998) 3月6日

|                           |       |        |                |         |
|---------------------------|-------|--------|----------------|---------|
| (51) Int.Cl. <sup>6</sup> | 識別記号  | 序内整理番号 | F I            | 技術表示箇所  |
| H 0 1 L 21/304            | 3 2 1 |        | H 0 1 L 21/304 | 3 2 1 M |
|                           |       |        |                | 3 2 1 E |
|                           |       |        |                | 3 2 1 S |
| 21/3205                   |       |        | 21/88          | K       |

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平8-213672

(22) 出願日 平成8年(1996) 8月13日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 徳永 和彦

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

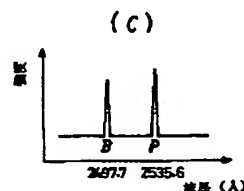
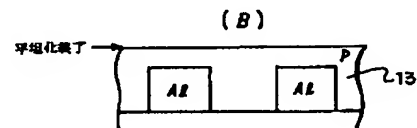
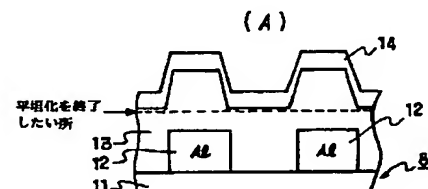
(74) 代理人 弁理士 尾川 秀昭

#### (54) 【発明の名称】 研磨方法及研磨装置

#### (57) 【要約】

【課題】 全ての種類の平坦化のための研磨において、終点判定を高信頼度で再現性良くできるようにする。

【解決手段】 被研磨板（半導体ウェハ）8の研磨の終点とすべき深さのところ乃至その近傍に被研磨部13及び研磨剤7には存在しない元素を含有する終点検出用層14を形成しておき、研磨に用いられ排出された研磨剤中の上記元素を検出しながら研磨を行うこととし、該元素の成分比の変化をもって研磨の終了時点とするようにする。元素の成分比の減少（例えば略0への到達）をもって終点とする場合もあれば、成分比の増加（例えば略0からの増加）をもって終点とする場合もある。



8--被研磨板  
13--被研磨部

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 段差を有する被研磨板の表面を研磨剤を用いて研磨する研磨方法において、被研磨部及び研磨剤には存在しない元素を含有する終点検出用層を、上記被研磨板の研磨の終点とすべき深さのところ乃至その近傍に少なくとも存在するように形成しておき、研磨に用いられ排出された研磨剤中の上記元素を検出しながら研磨を行うこととし、上記元素の成分比の変化をもって研磨の終了時点とすることを特徴とする研磨方法。

【請求項2】 研磨の終了時点とする元素の成分比の変化が、元素の成分の減少であることを特徴とする請求項1記載の研磨方法。

【請求項3】 研磨の終了時点とする元素の成分比の変化が、元素の成分の増加であることを特徴とする請求項1記載の研磨方法。

【請求項4】 段差を有する被研磨板の表面を研磨する研磨部と、上記研磨部に研磨剤を供給する研磨剤供給部と、研磨を済んだ研磨剤中の特定元素の成分を分析する元素成分検出器と、を少なくとも有することを特徴とする研磨装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、研磨方法、特に段差を有する被研磨板の表面を研磨剤を用いて化学的機械的に研磨する研磨方法と、その実施に用いる研磨装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】LSIに要求される微細化のためには、素子分離領域の縮小等と共に、層間絶縁膜の平坦化を図ることが必要であり、その目的達成のために重要な技術として化学的・機械的研磨（CMP）法が注目されている。図7はその化学的・機械的研磨を行う化学的・機械的研磨装置の概略図である。同図において、1は研磨定盤で、図示しないモーターにより高速回転せしめられる。2は該研磨定盤1の表面に張設された研磨パッドであり、多孔質材料からなる。

【0003】3は研磨ヘッドで、その下面には図示せぬチャックプレートが取り付けられており、該チャックプレートにウレタンゴム等からなる基板吸着フィルム4が貼着されている。該研磨ヘッド3は図示しないヘッド回転軸に支持されており、研磨時にはそのヘッド回転軸を介して図中矢印方向に回転駆動される。

【0004】更に、研磨ヘッド3の近傍には研磨剤（スラリー）供給用のノズル5が配設されており、研磨時には研磨剤供給タンク6から送出された研磨剤7が上記ノズル5を通して研磨パッド2上に供給される。

【0005】次に、図7に示す研磨装置の動作を説明す

る。まず、半導体ウェハ8を上記基板吸着フィルム4を介して研磨ヘッド3下面側の図示しないチャックプレートに吸着保持した状態にする。次に、研磨定盤1及び研磨ヘッド3をそれぞれの回転軸を介して図示しない駆動手段により回転駆動する。このとき、研磨剤供給用のノズル5から研磨剤7を研磨パッド2上に供給し、その状態で、図示しない加圧部により所定の研磨加工圧をもって研磨パッド2表面に半導体ウェハ8を押しつける。これにより半導体ウェハ8表面の被研磨膜の表面は研磨剤の化学的研磨作用と機械的研磨作用とにより研磨される。

【0006】ところで、研磨にあたり重要なことの一つは、研磨の終了時点をとどのように検出するかであり、終点検出方法についてはいくつかの技術が知られている。その第1のものは、研磨機のモーターの回転トルクをモニターする終点検出法である。即ち、研磨中の回転数を一定にした場合において、膜質が変わったとき、それに伴う摩擦の違いによりモーターにかかる負荷が変わり、それによりモーターに流れる電流も変わる。そこでモーターに流れる電流をモニターすることにより研磨される膜の膜質の変化を検出して終点検出をするものである。

【0007】従来の終点検出法の第2のものは、研磨と並行して被研磨膜の膜厚の測定を行い、その測定膜厚が所定の薄さに達したら研磨の終了時点と判断するものである。

【0008】従来の終点検出法の第3のものは、被研磨膜よりも研磨レートの低い膜をストッパーとして形成しておき、ストッパーが現れたときをもって終点とするものである。

## 30 【0009】

【発明が解決しようとする課題】ところで、従来の終点検出法にはそれぞれ問題があった。まず、第1の研磨機のモーターの回転トルクをモニターする方法には、被研磨膜とその下地の膜との研磨レートが近い場合には确实且つ正確に終点検出することが難しいという問題がある。例えば、二酸化シリコン $\text{SiO}_2$ と、シリコンナイトライド $\text{Si}_3\text{N}_4$ とは研磨レートに大きな差異がない（選択比3～5程度）ので、終点の判別が難しい。

【0010】また、研磨レートの変化は、研磨されるものの膜質の変化のみならず研磨パッドの摩耗によっても生じる。従って、研磨レート変化が生じて、それが膜質の変化によるものなのか研磨パッドの摩耗によるものかが定かでなく、誤検出が生じるおそれがある。

【0011】第2の研磨と並行して被研磨膜の膜厚を研磨定盤側から直接モニターを行い、終点を検出する方法には、配線膜など所定のパターンを有するものだと、被研磨膜の厚みが、配線膜のある部分と無い部分で異なり、膜厚測定ができなくなるので、用いることができない場合がある。

50 【0012】第3の被研磨膜に対して研磨レートの遅い

膜をストッパーとして用いる方法には、被研磨膜とストッパーとの研磨レートの選択比が充分に高いこと、研磨レートの安定性が高いことが重要であるが、しかし、一般的に利用し易いケースとして挙げられる被研磨膜として二酸化シリコン $\text{SiO}_2$ を用い、ストッパーとしてシリコンナイトライド $\text{SiN}$ を用いたケースにおいても、選択比は3〜5程度に過ぎず、充分に高いとは言えない。しかも、研磨レートは研磨パッドの摩耗による表面状態の変化により変動し、安定性が充分に高いとは言えない。従って、信頼度の高い終点検出を再現性良く行うことは難しいという問題がある。

【0013】本発明はこのような問題点を解決すべく為されたものであり、全ての種類の平坦化のための研磨において、終点判定を高信頼度で再現性良くできるようにすることを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明は、被研磨板の研磨の終点とすべき深さのところ乃至その近傍に被研磨部及び研磨剤には存在しない元素を含有する終点検出用層を形成しておき、研磨に用いられ排出された研磨剤中の上記元素を検出しながら研磨を行うこととし、該元素の成分比の変化に基づいて研磨の終了時点を決めるようにすることを特徴とする。

【0015】従って、本発明によれば、あるケースでは、研磨面が終点検出用層に達するまでは研磨に寄与して排出された研磨剤中には終点検出用層に含まれた元素の成分は存在しないが、しかし、研磨面が終点検出層に達すると研磨に寄与して排出された研磨剤中には該終点検出層中に含有された元素が存在し、終点検出層を研磨し終わると、研磨剤中の元素もなくなる。

【0016】また、別のケースでは終点検出用層を研磨し終わるまではその層中の元素を検出できるが、その後は層中の元素を排出研磨剤中から検出できなくなる。

【0017】依って、研磨剤中のその元素の成分比の変化を検出することにより終点検出ができ、全ての種類の平坦化のための研磨において、終点判定を高信頼度で再現性良く行うことが可能になる。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明を図示実施の形態に従って詳細に説明する。図1(A)乃至(D)は本発明研磨方法の第1の実施の形態を説明するためのもので、

(A)は研磨開始前の状態を示す半導体基板の断面図、

(B)は研磨終了後の状態を示す半導体基板の断面図、

(C)は発光分析におけるB(ホウ素)、P(リン)の波長・光強度関係図、(D)は研磨時間の経過に伴う研磨剤の発光分析における光強度の変化を示す研磨時間・光強度関係図である。

【0019】図面において、11は半導体基板8の層間絶縁膜、12、12は該層間絶縁膜11上に形成された例えばアルミニウムからなる配線膜、13は配線膜1

2、12上を覆う絶縁膜で、例えば、バイアスECR-CVDによる $\text{SiO}_2$ からなる。その表面は配線膜12、12により凹凸ができる。この絶縁膜13が本実施の形態における被研磨膜となる。14は該絶縁膜13上に形成された終点検出用層で、例えばBPSGからなり、従って、リンP、ホウ素Bを含有している。この両元素は、研磨剤にも被研磨膜13中にも存在しない元素である。このように、本研磨方法においては、先ず図1(A)に示すように、被研磨膜である絶縁膜13の表面に終点検出用層として例えばBPSG膜14を形成しておき、その後、研磨を行うこととするのである。

【0020】そして、研磨は例えば図2に示す化学的・機械的研磨装置(本発明研磨装置の第1の実施の形態の化学的・機械的研磨装置)を用いて、研磨に使用され終え排出される研磨剤7中の上記元素例えばPの成分比を測定しながら行う。

【0021】図2において、1は研磨定盤、2は該研磨定盤1の表面に張設された研磨パッド、3は研磨ヘッドで、その下面には図示せぬチャックプレートが取り付けられており、該チャックプレートにウレタンゴム等からなる基板吸着フィルム4が貼着されている。該研磨ヘッド3は図示しないヘッド回転軸に支持されており、研磨時にはそのヘッド回転軸を介して図中矢印方向に回転駆動される。

【0022】更に、研磨ヘッド3の近傍には研磨剤(スラリー)供給用のノズル5が配設されており、研磨時には研磨剤供給タンク6から送出された研磨剤7が上記ノズル5を通して研磨パッド2上に供給される。9は研磨を終えたばかりの研磨剤7中の終点検出用元素、例えばリンPの成分比を検出する元素成分検出器で、発光分析により検出する。図1(B)はホウ素B及びリンPについての発光分析における波長と光強度との関係図である。ホウ素Bは波長2497.7オングストロームにスペクトラムが、リンPは波長2535.6オングストロームにスペクトラムが観測される。図2に示す研磨装置(本発明研磨装置の第1の実施の形態)の特徴は研磨剤中の終点検出用元素の成分比を検出する元素成分検出器を有していることである。

【0023】次に、半導体ウェハ8を上記基板吸着フィルム4を介して研磨ヘッド3下面側の図示しないチャックプレートに吸着保持した状態にし、研磨定盤1及び研磨ヘッド3をそれぞれの回転軸を介して図示しない駆動手段により回転駆動すると共に、研磨剤供給用のノズル5から研磨剤7を研磨パッド2上に供給し、その状態で、図示しない加圧部により所定の研磨加工圧をもって研磨パッド2表面に半導体ウェハ8を押しつける。これにより半導体ウェハ8表面の被研磨膜の表面は研磨剤の化学的研磨作用と機械的研磨作用とにより研磨される。

【0024】このときの化学的機械研磨(CMP)条件は、研磨パッドがIC1000A21/SUBA4、研

10

20

30

40

50

磨剤がフュームドシリカ (SC112) で、その供給量が 0.31 (1:リットル) /min、研磨圧力が 4.5 psi、SiO<sub>2</sub> の研磨レートが 80~100 nm/min である。尚、上記研磨剤の主成分は、SiO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O、KOH である。

【0025】すると、研磨時間の経過に伴って図2の元素成分検出器9の検出光強度を示す出力は図1(D)に示すように変化する。即ち、最初に研磨されるのは終点検出用膜14であり、その中には検出用元素であるリンP (勿論、本例ではホウ素Bも含まれており、これを終点検出用元素としても良い。) が含まれているので、研磨に寄与し排出されようとする研磨剤7中にはその元素リンPが含まれており、比較的その濃度 (光強度に略比例する。) は高い。そして、研磨が進み、被研磨膜13を研磨する状態になると、該被研磨膜13中には当該元素リンPが含まれていないので、そのリンPの研磨剤7中における組成比 (濃度) は急激に低下する。そして、終点検出用膜13の凹部にあたる部分を研磨する状態になると、研磨面に占める終点検出用膜13の面積の割合が増えるので、リンPの研磨剤7中における組成比が稍高くなる。しかし、研磨面が平坦化を終了したい所として設定された、終点検出用膜13のもっとも低い部分を過ぎると、リンPの研磨剤7中における元素リンPの組成比が0になる。その時をもって研磨の終点とし、研磨を終了するのである。図1(B)は研磨終了時点における状態を示す。

【0026】このような方法によれば、確実且つ再現性良く正確に終点検出ができる。具体的には、全ての基板8で、研磨後における被研磨膜13の膜厚を一定にすることができた。即ち、再現性が良く、膜厚の精度を高くすることができたのである。図3(A)、(B)は本発明研磨方法の第2の実施の形態を示すもので、(A)は研磨前の半導体ウェハ8の断面図、(B)は研磨時間の経過に伴う研磨剤の発光分析における光強度の変化を示す研磨時間・光強度関係図である。

【0027】本実施の形態は、図1の実施の形態において、BPSGからなる終点検出用膜14の表面に更に、例えばバイアスECR-CVDによるSiO<sub>2</sub> からなる絶縁膜15を形成した上で研磨をするものである。

【0028】この場合、元素成分検出器9の出力は、図3(B)に示すように、当初は強度0であり、終点検出用(BPSG)膜14の高い部分の表面が露出するまでは強度0の状態が続く。そして、終点検出用膜14の高い部分の表面が露出すると、その後、元素成分検出器9の出力は0から上昇し、やがて一つのピークに達するがやがて低下する。この低下は、研磨面に被研磨膜13の高い部分の表面が現れた後始まり、そして、終点検出用膜14の低い部分の表面が露出すると、元素成分検出器9の出力が再び上昇し始め2度目のピークに達する。しかし、その後、その出力は低下し、終点検出用膜14が

完全に研磨されきった時点で元素成分検出器9の出力が0になる。その時をもって研磨を終了する。本実施の形態においても図1に示した実施の形態による場合と同様に、全ての基板8で、研磨後における被研磨膜13の膜厚を一定にすることができた。即ち、再現性が良く、膜厚の精度を高くすることができた。

【0029】図4(A)、(B)は本発明研磨方法の第3の実施の形態を示すもので、(A)は終点検出用膜形成時の状態を示す断面図、(B)は研磨時間の経過に伴う研磨剤の発光分析における光強度の変化を示す研磨時間・光強度関係図である。

【0030】本実施の形態は、段差のある被研磨膜13の形成後、研磨前に、図4(A)に示すように、適宜なエネルギーで、終点検出用の元素例えばリンPをイオン打ち込みすることにより、被研磨膜13表面より適宜深いところに薄いイオン打ち込み膜16を形成する。そして、被研磨膜13の低い部分の表面から適宜深いところに生じた打ち込み膜16をもって研磨を終了すべきところとなるようにする。この場合、元素成分検出器9の出力は図4(B)に示すように、変化する。即ち、研磨開始当初、出力が0であるが、研磨面がイオン打ち込み膜16の高い方の部分に達すると出力が上昇し、すぐに一つのピークに達するが、すぐに出力が低下する。そして、研磨面がイオン打ち込み膜16の低い方の部分に達するとその出力は上昇し、2回目のピークに達する。もしそのまま研磨を続けると、その後、すぐに出力が低下することになる。そこで、その2回目のピークに達したときに研磨を終了すると、略研磨面がイオン打ち込み膜16の低い方の部分に達した所で研磨の終点とすることができる。

【0031】尤も、不純物のイオン打ち込み膜16を完全に除去しておきたい場合には、出力が0になってから、或いは0になってから或る予め設定した時間経過した後、研磨を終了するようにしても良い。

【0032】図5(A)乃至(C)は本発明研磨方法の第4の実施の形態を示すもので、(A)は研磨前の状態を示す断面図、(B)は研磨後の状態を示す断面図、

(C)は研磨時間の経過に伴う研磨剤の発光分析における光強度の変化を示す研磨時間・光強度関係図である。

【0033】本実施の形態は、終点検出用の元素を含んだBPSGからなる層間絶縁膜17にアルミニウム配線の溝18、18を形成し、その後、アルミニウム膜19を形成した半導体ウェハ8に対して、そのアルミニウム膜19の研磨処理を施そうとするものである。

【0034】研磨開始当初は、元素成分検出器9により検出される研磨剤7中の終点検出用元素 (例えばリンP) の検出値、即ち、出力は0である。その後、研磨が進み、研磨面が層間絶縁膜17の表面に達すると、元素成分検出器9の出力が0より大きくなる。そこで、研磨を終了する。すると、図5(B)に示すように、溝1

8、18外のアルミニウム膜19を完全に除去した状態になる。

【0035】本実施の形態においては、層間絶縁膜17そのものが終点検出用膜としての役割を果たしている。従って、終点検出用膜を形成するための工程を必要としない。

【0036】図6(A)乃至(E)は本発明研磨方法の第5の実施の形態を示すもので、(A)乃至(D)は製造方法を工程順に示す断面図であり、(E)は研磨時間の経過に伴う研磨剤の発光分析における光強度の変化を示す研磨時間・光強度関係図である。

【0037】(A) 先ず、半導体基板8表面の酸化膜(温度例えば850℃、Pyro酸化、厚さ例えば5nm)20上にシリコンナイトライドSiNからなる終点検出用膜(厚さ例えば150nm)21をCVDにより形成する。本実施の形態における終点検出用の元素は窒素Nである。図6(A)は終点検出用膜21の形成後の状態を示す。

【0038】(B) 次に、フォトレジスト膜22を塗布し、露光及び現像によりパターニングし、そのパターニングされたフォトレジスト膜22をマスクとして基板8表面部をドライエッチングすることにより素子間分離用トレンチ23を形成する。図6(B)はトレンチ23形成後の状態を示す。

【0039】(C) 次に、上記フォトレジスト膜22を除去し、Pyro酸化にてトレンチ23内表面部に熱酸化膜(厚さ例えば30nm)20を形成する。次に、バイアスECR-CVDにより二酸化シリコンSiO<sub>2</sub>膜(膜厚例えば1000nm)24を形成する。この膜24が本実施の形態における被研磨膜となる。図6

(C)は二酸化シリコンSiO<sub>2</sub>膜24形成後、研磨前の状態を示す。

【0040】(D) その後、被研磨(SiO<sub>2</sub>)膜24を研磨する。研磨開始後暫くの間は元素成分検出器9により検出される研磨剤7中の終点検出用元素(例えば窒素N)の検出値は0である。その後、研磨が進み、研磨面が終点検出用膜21の表面に達すると、元素成分検出器9の出力が0より大きくなる。そこで、研磨を終了する。すると、図6(D)に示すように、溝23、23外の二酸化シリコンSiO<sub>2</sub>膜24を完全に除去した状態になる。尚、出力が0より大きくなり始めてから一定時間経過後研磨を終了することとしても良いことは言うまでもない。

【0041】

【発明の効果】本発明によれば、研磨剤中のその元素の成分比の変化を検出することにより終点検出ができ、全ての種類の平坦化のための研磨において、終点判定を高信頼度で再現性良く行うことが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(A)乃至(D)は本発明研磨方法の第1の実施の形態を説明するためのもので、(A)は研磨開始前の状態を示す半導体基板の断面図、(B)は研磨終了後の状態を示す半導体基板の断面図、(C)は研磨剤の発光分析におけるB(ホウ素)、P(リン)の波長・光強度関係図、(D)は研磨時間の経過に伴う研磨剤の発光分析における光強度の変化を示す研磨時間・光強度関係図である。

【図2】本発明研磨方法の実施に用いる化学的・機械的研磨装置の一例(本発明研磨装置の第1の実施の形態)の概略構成図である。

【図3】(A)、(B)は本発明研磨方法の第2の実施の形態を示すもので、(A)は研磨前の半導体ウェハの断面図、(B)は研磨時間の経過に伴う研磨剤の発光分析における光強度の変化を示す研磨時間・光強度関係図である。

【図4】(A)、(B)は本発明研磨方法の第3の実施の形態を示すもので、(A)は終点検出用膜形成時の状態を示す断面図、(B)は研磨時間の経過に伴う研磨剤の発光分析における光強度の変化を示す研磨時間・光強度関係図である。

【図5】(A)乃至(C)は本発明研磨方法の第2の実施の形態を示すもので、(A)は研磨前の状態を示す断面図、(B)は研磨後の状態を示す断面図、(C)は研磨時間の経過に伴う研磨剤の発光分析における光強度の変化を示す研磨時間・光強度関係図である。

【図6】(A)乃至(E)は本発明研磨方法の第5の実施の形態を示すもので、(A)乃至(D)は製造方法を工程順に示す断面図であり、(E)は研磨時間の経過に伴う研磨剤の発光分析における光強度の変化を示す研磨時間・光強度関係図である。

【図7】研磨装置の従来例を示す概略図である。

【符号の説明】

1、2、3・・・研磨部、5、6・・・研磨剤供給部、7・・・研磨剤、8・・・被研磨板(半導体ウェハ)、9・・・終点検出用元素成分検出器、13・・・被研磨膜、14・・・終点検出用膜、16・・・終点検出用膜、17・・・層間絶縁膜兼用終点検出用膜、21・・・終点検出用膜、24・・・被研磨膜。





【図6】

